



(12) **NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den  
Einspruch:  
17.06.1998 Patentblatt 1998/25

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **C21D 1/773, C21D 1/767,  
C21D 1/613**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
31.07.1991 Patentblatt 1991/31

(21) Anmeldenummer: **88116477.6**

(22) Anmeldetag: **05.10.1988**

(54) **Verfahren zum Härten von Werkstücken aus Stahl**

Method for hardening of work pieces of steel

Méthode pour le durcissement de pièces d'acier

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE**

(30) Priorität: **28.10.1987 DE 3736501**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
03.05.1989 Patentblatt 1989/18

(73) Patentinhaber: **ALD Vacuum Technologies GmbH**  
**63526 Erlensee (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heilmann, Paul, Dipl.-Ing.**  
**D-6457 Maintal 2 (DE)**  
• **Preisser, Friedrich, Dipl.Phys.Dr.**  
**D-6470 Büdingen (DE)**  
• **Schuster, Rolf**  
**D-6450 Hanau (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 133 613 EP-B- 1 151 700**  
**DE-A- 3 131 142 DE-A- 3 315 410**  
**DE-B- 1 132 171 DE-C- 2 839 807**  
**DE-C- 2 844 343 GB-A- 2 052 030**  
**US-A- 3 268 371**

- **HÄRTEREI-TECHNISCHE-MITTEILUNGEN**,  
Band 42, Nr. 5, September/Okttober 1987, Seiten  
301-308, München, DE; H. Giesser et al.:  
"Möglichkeiten und Grenzen der  
Überdruck-Gaskühlung abkühlempfindlicher  
Stähle im Vakuumofen"
- **METAL PROGRESS**, Band 100, Nr. 1, Juli 1971,  
Seiten 72-73; C. DAWES et al.: "Parameters for  
gas quenching in vacuum furnaces"
- **V.D.I.-ZEITSCHRIFT**, Band 122, Nr. 22, November  
1980, Seiten 1021-1028, Düsseldorf, DE; F.  
BLESS: "Neue Entwicklungen bei der  
Wärmebehandlung im Vakuum"
- **R. NEMENYI**: "Controlled atmospheres for heat  
treatment", 1. Ausgabe, Seiten  
31-32, 34-38, 148, 149, Pergamon Press, Oxford,  
GB
- **HTM 36**, 1981, S. 81-85, Bauer: "Löten + Härten"
- **ZWF 76**, 1981, 8, S. 405-410, Bauer:  
"Möglichkeiten und Grenzen des  
Gasabschreckens von Werkzeugstählen in  
Vakuum-öfen"
- **Heat Treating**, September 1985, Seiten 38-41;  
Doak: "Custom design using helium illustrates  
state of the art";
- **J.G. C. Nybear**: "The use of pressure in vacuum  
Heat Treating", Vortrag gehalten auf der 1977  
Vacuum Metallurgy Conference, Pittsburgh,  
Pennsylvania, 20.-22. Juni 1977;

BEST AVAILABLE COPY

EP 0 313 888 B2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Härten von Werkstücken aus Stahl in einem Vakuumofen durch Aufheizen der Werkstücke und anschließendes Abschrecken in einem Kühlgas unter Überdruck und Kühlgasumwälzung.

Zum Härten metallischer Werkstücke, insbesondere Werkzeuge, werden diese in einem Ofen auf die Austenitisierungstemperatur des Werkstoffs erhitzt und dann abgeschreckt. Je nach Werkstoffart und gewünschter mechanischer Eigenschaften sind zum Abschrecken Bäder aus Wasser, Öl oder geschmolzenen Salzen erforderlich. Teile aus Schnellarbeitsstählen und anderen hochelegierten Werkstoffen können auch in Inertgasen abgeschreckt werden, wenn diese kontinuierlich gekühlt und umgewälzt werden.

In der DE-PS 28 39 807 und der DE-PS 28 44 343 werden Vakuumöfen beschrieben, in denen zum Abschrecken Kühlgas mit hoher Gasgeschwindigkeit und mit Drücken bis zu 0,6 MPa (6 bar) über die aufgetragten Werkstückchargen und anschließend über Wärmetauscher geleitet werden. Die erforderlichen hohen Kühlgasgeschwindigkeiten erreicht man mit Hilfe von Düsen oder Ventilatoren. Höhere Abschreckgeschwindigkeiten kann man im Prinzip durch Erhöhung des Kühlgasdrucks erzielen, doch erreicht man bei den derzeit verwendeten Kühlgasen (z. B. Stickstoff, Argon) nur einen Überdruck bis zu etwa 0,6 MPa. Die Anwendung höherer Drücke wird durch die Motorleistung begrenzt, die zur Umwälzung der komprimierten Gase erforderlich ist. Bei Verwendung von Stickstoff als Kühlgas mit 0,6 MPa Überdruck beträgt die erforderliche Motorenleistung bei einem Ventilator bereits über 100 kW. Motoren mit höheren Leistungen sind aber sehr voluminös, teuer und für einen Einbau in einen Vakuumofen normalerweise nicht geeignet.

Durch diese technisch bedingte Begrenzung der Kühlgasumwälzung und des Kühlgasdrucks war es bisher nicht möglich, höhere Abschreckintensitäten mit Kühlgasen zu erreichen, so daß das Abschreckverfahren mit Kühlgasen auf spezielle Werkstoffe beschränkt ist.

Es war Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Härten von Werkstücken aus Stahl in einem Vakuumofen durch Aufheizen der Werkstücke und anschließendes Abschrecken in einem Kühlgas unter Überdruck und Kühlgasumwälzung zu entwickeln, mit dem eine höhere Abschreckintensität erzielbar ist, ohne die Motorenleistung für die Kühlgasumwälzung erhöhen zu müssen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß als Kühlgas Helium, Wasserstoff, Gemische aus Helium und Wasserstoff oder Gemische aus Helium und/oder Wassernertgas verwendet werden, daß der Kühlgasdruck "p" im Ofen bei der Abschreckung auf Werte zwischen 1 und 4 MPa eingestellt wird, und daß die Kühlgasgeschwindigkeit "v" so gewählt wird, daß

das Produkt p·v zwischen 10 und 250 m·MPa·sec<sup>-1</sup> liegt.

Vorzugsweise verwendet man als Kühlgas Helium oder Heliumgemische mit bis zu 30 Vol% Wasserstoff und/oder Inertgasen.

Als günstig hat es sich erwiesen, im Ofen einen Kühlgasdruck zwischen 1,4 und 3,0 MPa einzustellen und die Kühlgasumwälzung mit einem Ventilator vorzunehmen.

Die Kühlgasgeschwindigkeit "v" bezieht sich auf den Austritt aus den Kühlgasverteilungsrohren.

Es hat sich überraschenderweise erwiesen, daß bei Verwendung von Helium und/oder Wasserstoff bzw. deren Gemische mit bis zu 30 Vol% Inertgas, wie z. B. Stickstoff, als Kühlgas in den entsprechenden Öfen Drücke bis zu 4 MPa eingestellt werden können, ohne daß die Motorleistung der verwendeten Ventilatoren erhöht werden müssen. Dadurch wird die Kühlwirkung der Gase derart verstärkt, daß ein wesentlich breiteres Spektrum von Stählen gehärtet werden kann, auch solche Stahlsorten, die man bisher in einem Ölbad abschrecken musste. Diese Hochdruck-Gasabschreckung hat gegenüber flüssigen Abschreckmedien verfahrenstechnische und wirtschaftliche Vorteile. Außerdem ist sie umweltfreundlicher.

Bei der praktischen Ausführung dieses Verfahrens werden die Stahlteile in einem für diesen Zweck üblichen Vakuumofen aufgeheizt. Dabei flutet man den Ofen vorteilhafterweise mit dem Helium- bzw. Wasserstoffgas bereits zu Beginn der Aufheizung mit etwa 2 MPa Druck und wälzt das Gas mit einem Ventilator um. Das hat den Vorteil, daß die Wärmeübertragung auf die Stahlteile nicht durch Strahlung sondern durch Konvektion erfolgt, was ein gleichmäßiges Aufheizen der Charge und eine beträchtliche Verkürzung der Aufheizzeit zur Folge hat. Oberhalb 750°C wird das Gas aus dem Ofen entfernt und unter Vakuum weitererhitzt. In diesem Temperaturbereich ist die Strahlungserwärmung sehr wirksam und ein Schutzgas zur Erwärmung der Chargen nicht notwendig. Nach Erreichen der jeweiligen Austenitisierungstemperatur, die zwischen 800 und 1300°C liegen kann, wird zum Abkühlen der Charge der Ofen mit kaltem Kühlgas bis zu 4 MPa Überdruck geflutet. Das Kühlgas wird mit Hilfe eines Ventilators umgewälzt, nach Verlassen des Ofeninnenraums über einen Wärmetauscher abgekühlt und erneut der Charge zugeleitet. Diese Umwälzung erfolgt solange, bis die Charge abgekühlt ist. Die Gasgeschwindigkeit wird dabei mit Hilfe des Ventilators so eingestellt, daß das Produkt p·v zwischen 10 und 250 m·MPa·sec<sup>-1</sup> liegt.

Folgendes Beispiel soll das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutern:

Ein Bauteil mit ca. 10 mm Durchmesser aus dem niedriglegierten Stahl 100 Cr6 wird in einem Vakuumofen auf die Austenitisierungstemperatur von ca. 850°C erwärmt. Nach Erreichen dieser Temperatur wird der Ofen mit Helium bis zu einem Überdruck von 1,6 MPa geflutet, wobei bei einer Gasgeschwindigkeit von 65 m·sec<sup>-1</sup> in 16 sec die Probe auf 400°C heruntergekühlt war, was

BEST AVAILABLE COPY

der Abkühlgeschwindigkeit in einem Ölbad entspricht. Man erhält einen martensitischen Gefügestand mit einer Härte von 64 HRC. Mit den bisher bekannten Gasabschreckungsverfahren läßt sich der Stahl 100 6Cr nicht härten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Härten von Werkstücken aus Stahl in einem Vakuumofen durch Aufheizen der Werkstücke und anschließendes Abschrecken in einem Kühlgas unter Überdruck und Kühlgasumwälzung, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlgas Helium, Wasserstoff, Gemische aus Helium und Wasserstoff oder Gemische aus Helium und/oder Wasserstoff mit bis zu 30 Vol% inertgas verwendet werden, daß der Kühlgasdruck "p" im Ofen bei der Abschreckung auf Werte zwischen 1 und 4 MPa eingestellt wird, und daß die Kühlgasgeschwindigkeit "V" so gewählt wird, daß das Produkt p.v zwischen 10 und 250 m.MPa . sec<sup>-1</sup> liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlgas Helium oder Heliumgemische mit bis zu 30 Vol% Wasserstoff und/oder Inertgasen verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Ofen bei der Abschreckung ein Kühlgasdruck zwischen 1,4 und 3,0 MPa eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlgasumwälzung mit einem Ventilator erfolgt.

#### Claims

1. Process for the hardening of workpieces of steel in a vacuum furnace by heating the workpieces and then quenching them in a cooling gas under excess pressure and with cooling gas circulation, characterized in that the cooling gas used is helium, hydrogen, mixtures of helium and hydrogen or mixtures of helium and/or hydrogen with up to 30 vol. % of inert gas, in that the cooling gas pressure "p" in the furnace during quenching is set to values between 1 and 4 MPa and in that the cooling gas velocity "V" is selected in such a way that the product p . v is between 10 and 250 m . MPa . sec<sup>-1</sup>.
2. Process according to Claim 1, characterized in that helium or helium mixtures with up to 30 vol. % of hydrogen and/or inert gases are used as cooling gas.
3. Process according to Claim 1 and 2, characterized

in that a cooling gas pressure between 1.4 and 3.0 MPa is set in the furnace during quenching.

4. Process according to Claim 1 to 3, characterized in that the cooling gas circulation takes place with a fan.

#### Revendications

1. Procédé de durcissement de pièces en acier dans un four sous vide par chauffage des pièces et ensuite trempe par un gaz de refroidissement sous pression et circulation du gaz de refroidissement, caractérisé en ce qu' on utilise comme gaz de refroidissement de l'hélium, de l'hydrogène, des mélanges d'hélium et d'hydrogène, des mélanges d'hélium et/ou d'hydrogène avec jusqu'à 30 % en volume de gaz inerte, qu'on règle la pression du gaz de refroidissement "p" dans le four lors de la trempe à des valeurs comprises entre 1 et 4 MPa, et qu'on choisit la vitesse du gaz de refroidissement "v", de telle manière que le produit p.v se trouve entre 10 et 250 m.MPa.sec.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu' on utilise comme gaz de refroidissement de l'hélium ou des mélanges d'hélium avec jusqu'à 30 % en volume d'hydrogène et/ou de gaz inertes.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu' on établit dans le four lors de la trempe une pression de gaz de refroidissement comprise entre 1,4 et 3,0 MPa.
4. Procédé selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu' on réalise le recyclage du gaz de refroidissement avec un ventilateur.

BEST AVAILABLE COPY